

行政院及所屬各機關出國報告
(出國類別：其他)

第三屆亞洲乙烯(觸媒 & 製程)年會

服務機關：中油公司高雄煉油廠

出國人 職 稱：石化督導
五輕組經理
姓 名：楊榮泉
林榮杰

出國地區：日本橫濱

出國期間：89年10月02日 10月07日
報告日期：90年1月3日

行政院及所屬各機關出國報告審核表

出國報告名稱：赴日本參加 sūd-chemie 公司乙烯年會	
出國計劃主辦機關名稱：中國石油股份有限公司	
出國人姓名/職稱/服務單位：楊榮泉/督導/高雄煉油廠，林榮杰/經理/高雄煉油廠	
出國計劃主辦機關審核意見	<ol style="list-style-type: none"> 1. 依限繳交出國報告 2. 格式完整 3. 內容充實完備 4. 建議具參考價值 5. 送本機關參考或研辦 6. 送上級機關參考 7. 退回補正，原因： (1) 不符原核定出國計畫 (2) 以外文撰寫或僅以所蒐集外資料為內容 (3) 內容空洞簡略 (4) 未依行政院所屬各機關出國報告規格辦理 (5) 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 8. 其他處理意見：
層轉機關審核意見	同意主辦機關審核意見 全部 部分 _____ (填寫審核意見編號) 退回補正，原因： _____ (填寫審核意見編號) 其他處理意見：

說明：

- 一、出國計劃主辦機關即層轉機關時，不需填寫「層轉機關審核意見」。
- 二、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 三、審核作業應於出國報告提出後二個月內完成。

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：赴日本參加 sū d-chemie 公司乙烯年會 頁數：28

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：中國石油股份有限公司/_____/_____

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：楊榮泉/中油公司/高雄煉油廠/督導/07-5862226

林榮杰/中油公司/高雄煉油廠/經理/07-5862235

出國類別： 1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他

出國期間：89.10.2 89.10.7 出國地區：日本

報告日期：90.1.3

分類號/目：

關 鍵 詞：觸媒、活性、選擇性、選擇性加氫，全面加氫、前端加氫、綠油、產
量擴充、上下游整合、操作週期。

內容摘要：本報告主要是將本次會上的技術論文的精華列出，供閱者參考。共有
10 編論文，除了介紹主辦單位的觸媒特性與最新發展外，也描述未
來的研發的方向，另介紹目前乙烯工廠設計發展，方向是朝著愈來
愈大型化設備卻愈精簡，愈有效率，公司合併，工廠整合以降低成
本，增加競爭力。同時進料與產品多樣化是世界趨勢。

目錄

一、目的.....	page 5
二、發表的重要論文及心得.....	page 5
2-1 前端和後端乙炔轉換觸媒.....	page5
2-2 乙烯工廠中的乙炔移除.....	Page8
2-3 反應器改換和觸媒更新的經濟性.....	Page13
2-5 烯烴工業的前景.....	page19
2-4 操作條件影響丁二烯、C4 和聚合物的形成.....	page14
2-6 烯烴工廠產量擴充和產品彈性革新技術.....	Page21
2-7 積污減緩.....	page24
2-8 選擇性加氫觸媒還原和再生通則.....	page24
2-9 C4/C5 全加氫介紹.....	page26
2-10 從煉油廠中的 Off-gas 回收輕質的烯烴.....	page27
二、心得與建議.....	page28

一、目的

Süd-Chemie 公司於 10 月 4 日至 6 日在日本橫濱舉行第三屆乙炔年會，很榮幸地中油公司派我們兩人參加與會；能和世界各國乙炔工廠經營者或操作者及各設計公司的菁英濟濟同堂，共同討論交換經驗是相當難得機會。在會中主人是生產觸媒廠商 Süd-Chemie Group，在亞洲原由其分支公司 NISSAN GIRDLER 負責業務，為增強競爭力於 2000 年統合公司為單一名稱。其公司的觸媒在本公司的四輕、五輕和合成氣皆有實績，口碑不錯。與會不免宣傳其新觸媒發展及使用效果並邀請用過廠家來證實效益，其中包括本公司四輕 MAPD 觸媒的使用情況。另外還邀請世界著名乙炔設計公司包括 Linde、KBR、Stone&Webster、ABB Lummus 來介紹最新烯烴工廠設計趨勢；添加劑公司 Nalco/EXXON 亦與會提供最新為乙炔工廠用的幾種抗污劑，包括本公司正在評估的裂解爐的 Anticoking 添加劑。茲將與會獲得新知和心得敘述如下；希望對公司有助益，對有興趣者有所幫助。

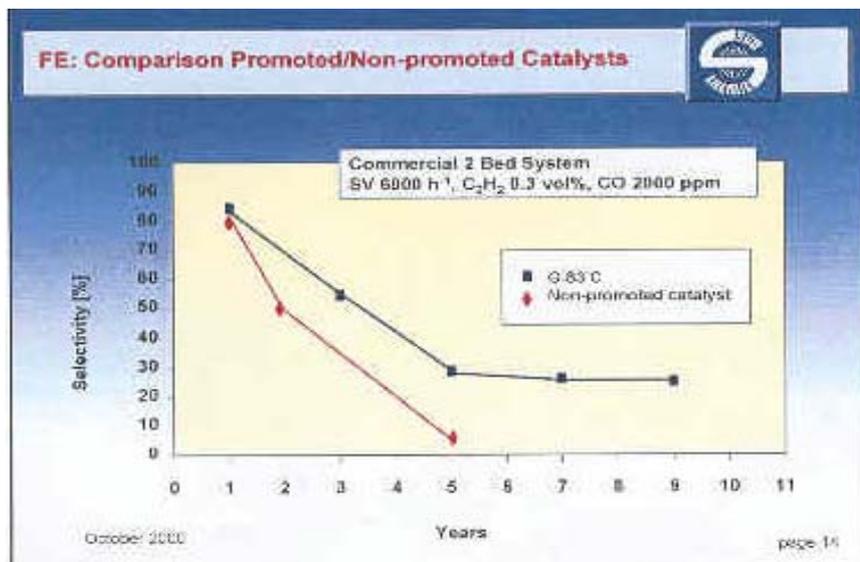
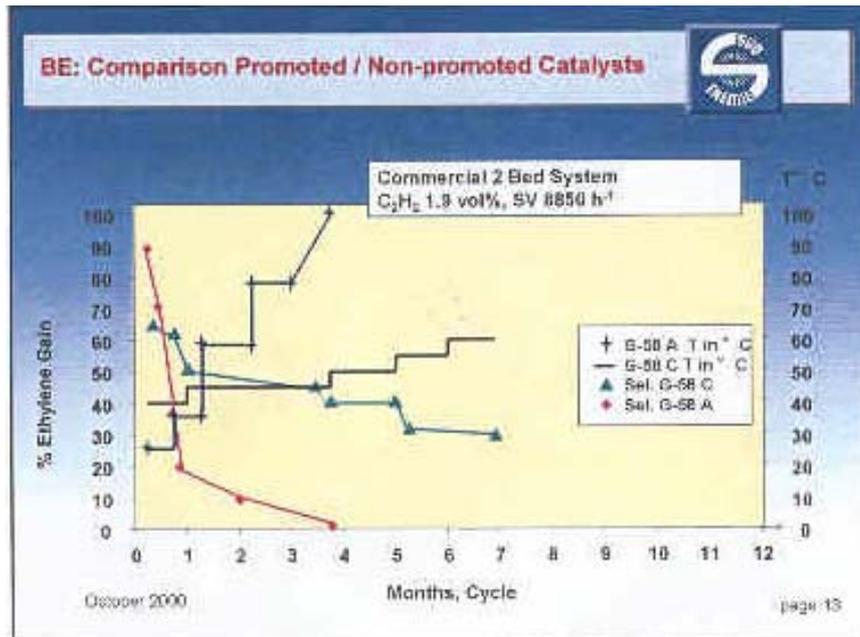
二、發表的重要論文及心得

2-1 前端和後端乙炔轉換觸媒

本主題由 Süd-Chemie 公司提出，介紹 1958 年以前至今即將來觸媒發展演進，當然以該公司的觸媒來研討。

1958 年以前以 Fe 為觸媒；1958~1988 年使用 Pd on Al₂O₃；1987~2000 年 Pd+Ag on Al₂O₃ (Ag 是 promotor)；2001 年之後 +XY 是新形狀、新促進劑 (promotor)，宣稱幾乎 100% 的選擇性和超低壓降。

目前前端(Front End)觸媒以 G-83 系列，應用於 C₂ minus、C₃ minus 和粗氣體處理，以 Pd or Pd/Ag 為基材，對 CO 變化有很好的容忍性，30%的選擇性和九年以上的操作週期，另有 C36 系列，以 NiS 為基材，用於含硫的粗裂解氣體；後端(Back End)以 G-58 系列，係 Pd 基材，有 50%的選擇性和 8 個月以上的操作週期，應用於加氫反應裝置。請參考下二圖：



影響觸媒反應因素

Pd 穿透深度

Pd 表面積和結晶大小

促進劑的選擇

載體與 Pd 和促進劑交互影響

成胎的技術

鍛燒的溫度

先進的技術可精密地控制 Pd 薄薄附著在觸媒的表面(如圖示), 所以貴金屬含量愈來愈低(<0.03%wt), 效率卻增加了。未來選擇性高於 80%, 壓力降減少 30%~50%。對效率及操作週期有非常大的提升。請參考下圖有關觸媒形狀及再生過熱對活性的損失。

Palladium Penetration: Controlled at Optimum



Advanced technology allows precise control of Pd placement.

Sample shows "eggshell" Pd deposition in thin layer at catalyst surface - optimum for some applications.



Pd penetration coupled with carrier interaction, pore characteristics and Pd crystallite size has strong effect on activity and selectivity.

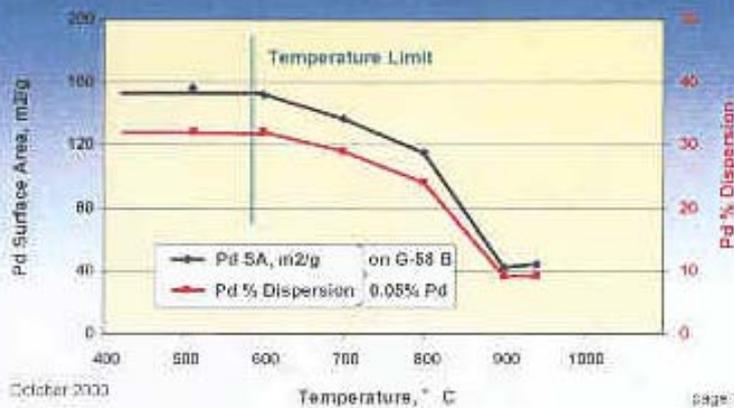
October 2000

page 17

Activity Loss due to Catalyst Over-Heating during Regeneration



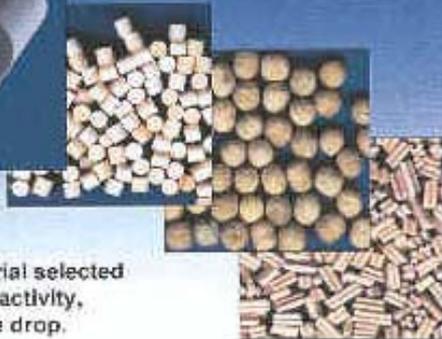
Temperature Effect on Pd Crystals



October 2000

page 18

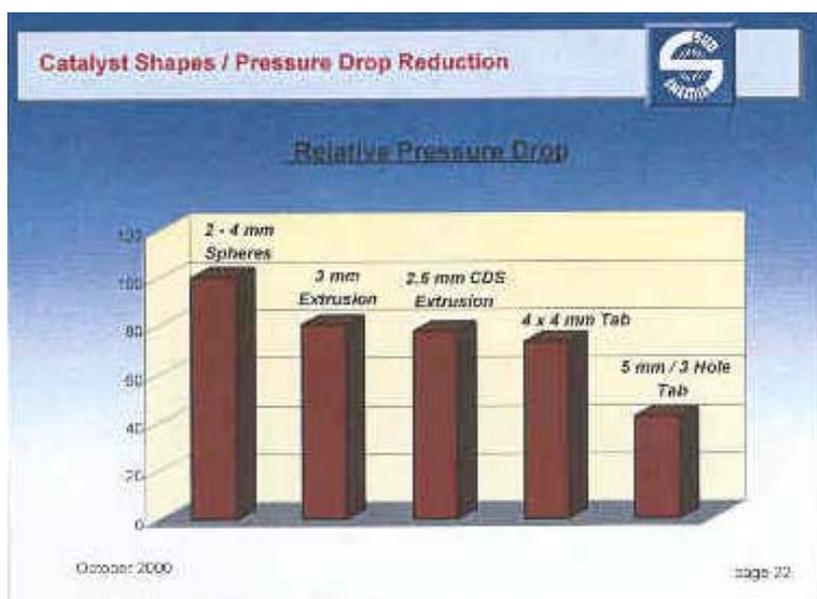
Catalyst Shape Leaders



Shape, size, and material selected to balance selectivity, activity, strength, and pressure drop.

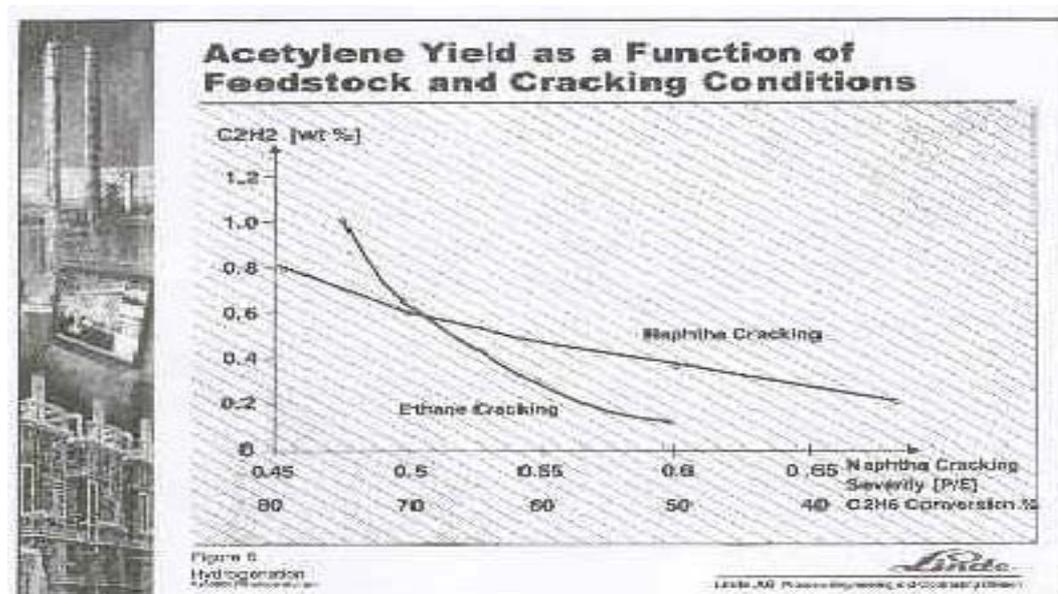
October 2000

page 21



2-2 乙炔工廠中的乙炔移除

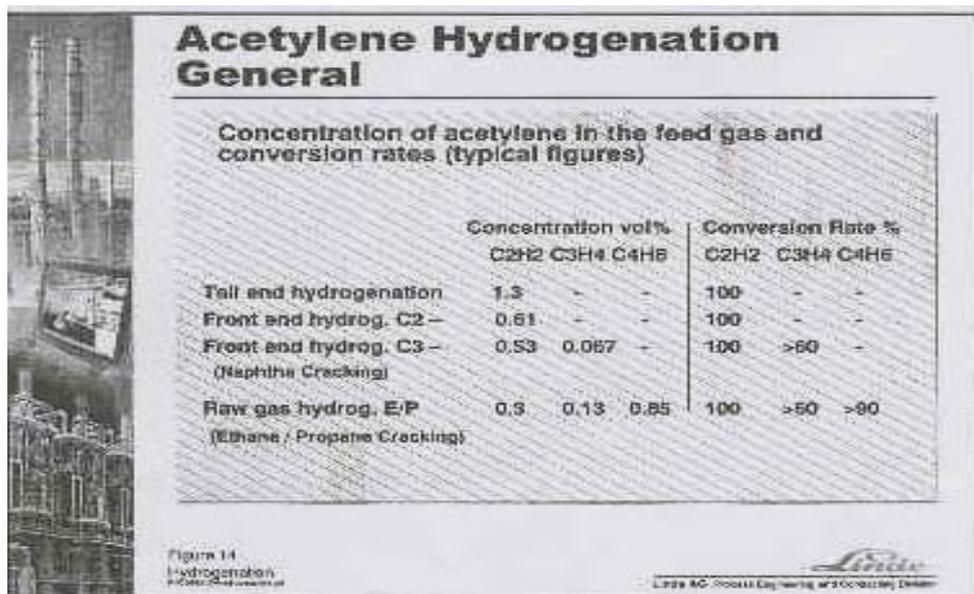
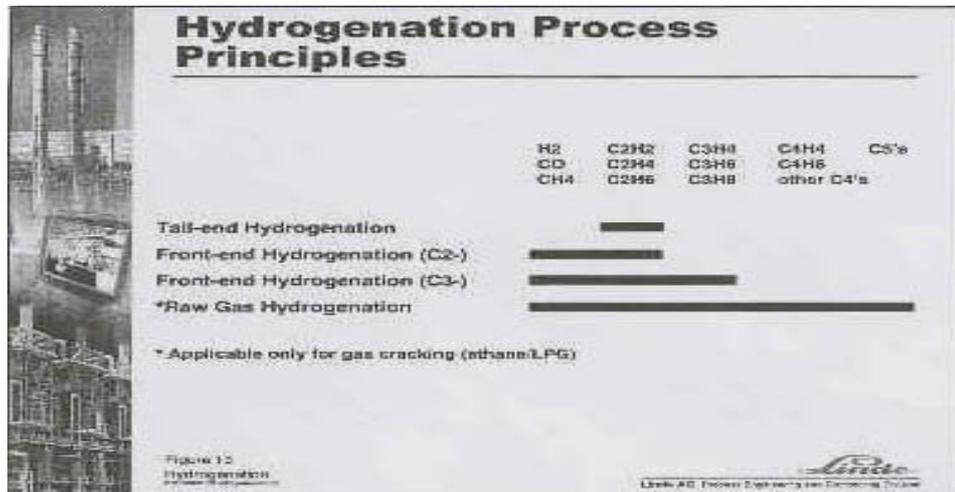
在乙炔工廠裂解反應會依進料種類及成份，產生不同比例的乙炔由 0.3%到 1%。一般以 naphtha 進料約 0.4%~0.6%，裂解激烈度高亦會增加此高能量成份。如圖：



乙炔必須從乙炔中移除，使乙炔產品不受污染影響下游聚合反應。移除方法有兩種：一、吸附萃取乙炔產品 二、加氫反應成乙炔 目前中油三輕使用加氫反應，而四輕擁有兩者，但通常開吸附萃取乙炔流程。五輕則根據四輕經驗，僅採用吸附萃取乙炔流程。外國是依在地市場需求而選擇流程。從裂解氣體回收乙炔是最

便宜的方法。吸附萃取乙炔流程投資成本高於加氫反應。五輕和四輕所產的高純度 99.9%乙炔只是當切割氣體，多餘皆當燃料；未能作高價值的乙炔化學進料，殊為可惜。

乙炔加氫反應成乙烯，是乙烯工廠除裂解爐外能產乙烯的地方。其加氫位置依流程設計有所不同，如圖所示：





Acetylene Hydrogenation General

Heat of reaction and temperature rise (typical figures)

	Total temperature rise in adiabatic hydrogenation * °C
Tail-end Hydrogenation	54 °C
Front-end Hydrogenation C2 minus	32 °C
Front-end Hydrogenation C3 minus (Naphtha cracking)	40 °C
Raw Gas Hydrogenation (E/P cracking)	35 °C

Assumed selectivities:
 $C_2H_2 \rightarrow C_2H_4$ 90%
 $C_3H_4 \rightarrow C_3H_6$ 90%

Figure 15
Hydrogenation
© 2001 Hydrocarbon Ltd.


 Linde AG, Process Engineering and Consulting Division



Location of Tail-End Hydrogenation

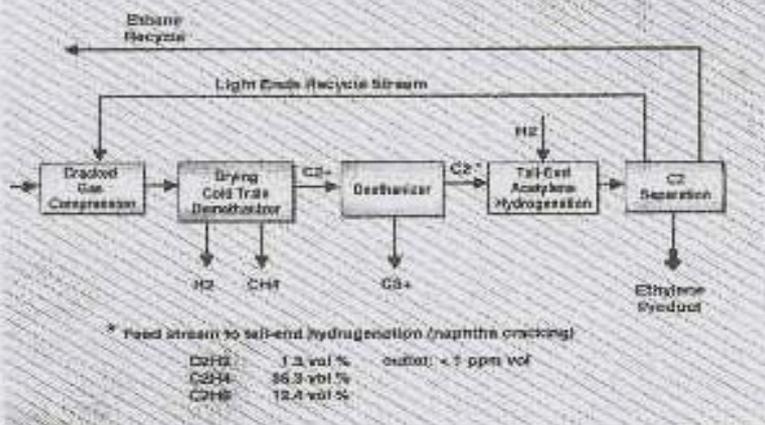


Figure 16
Hydrogenation
© 2001 Hydrocarbon Ltd.


 Linde AG, Process Engineering and Consulting Division

Location of Front-End Hydrogenation, Linde Process (C2 minus service)

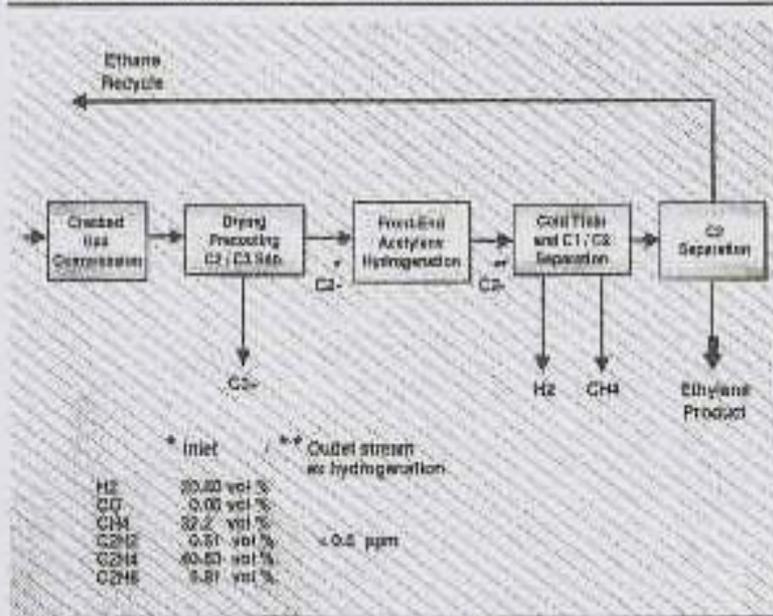


Figure 19
Hydrogenation
© 2000 Linde AG

Linde
Linde AG Process Engineering and Technology Division

Location of Front-End Hydrogenation, (C3 minus service)

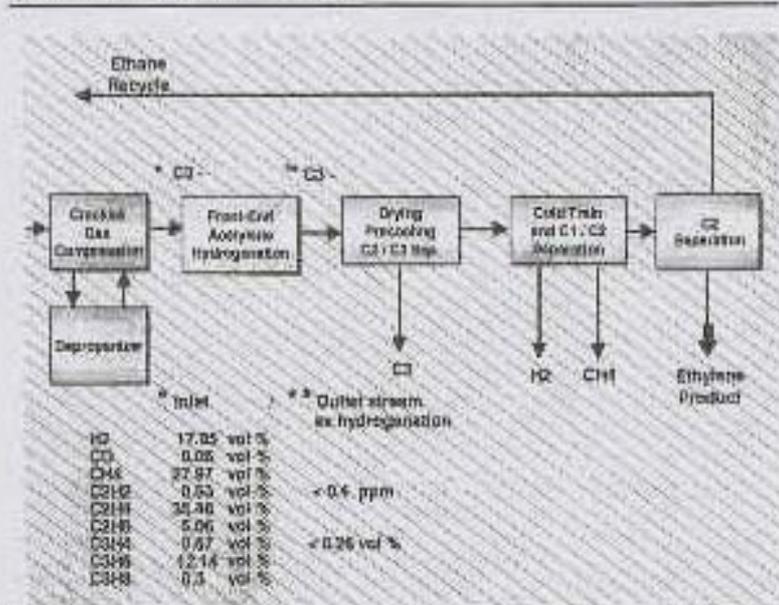
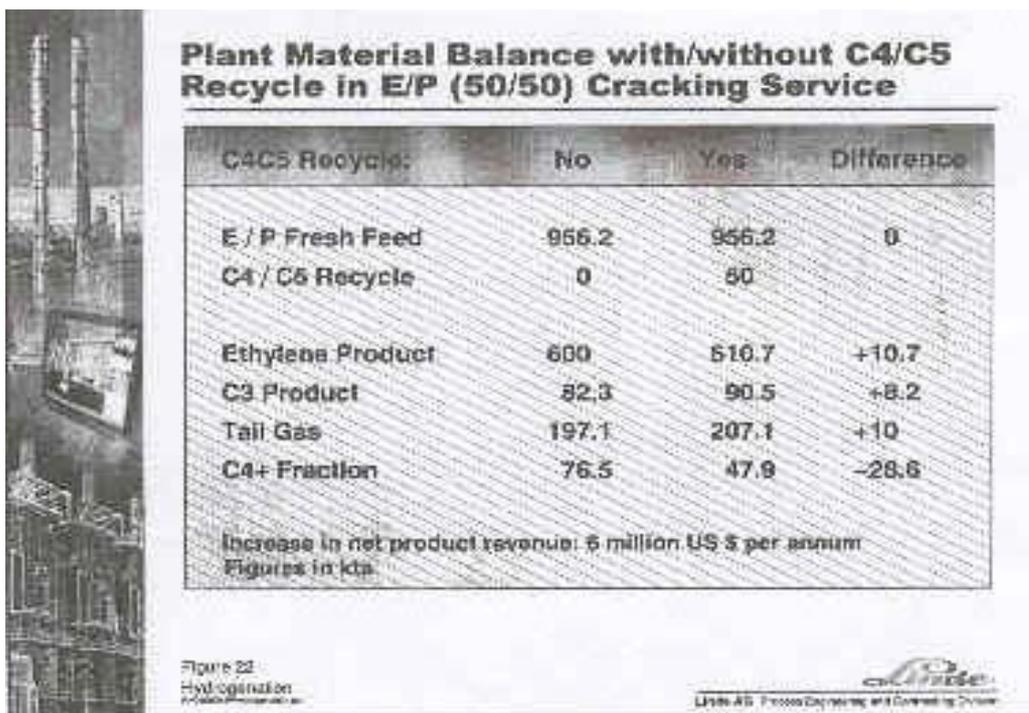
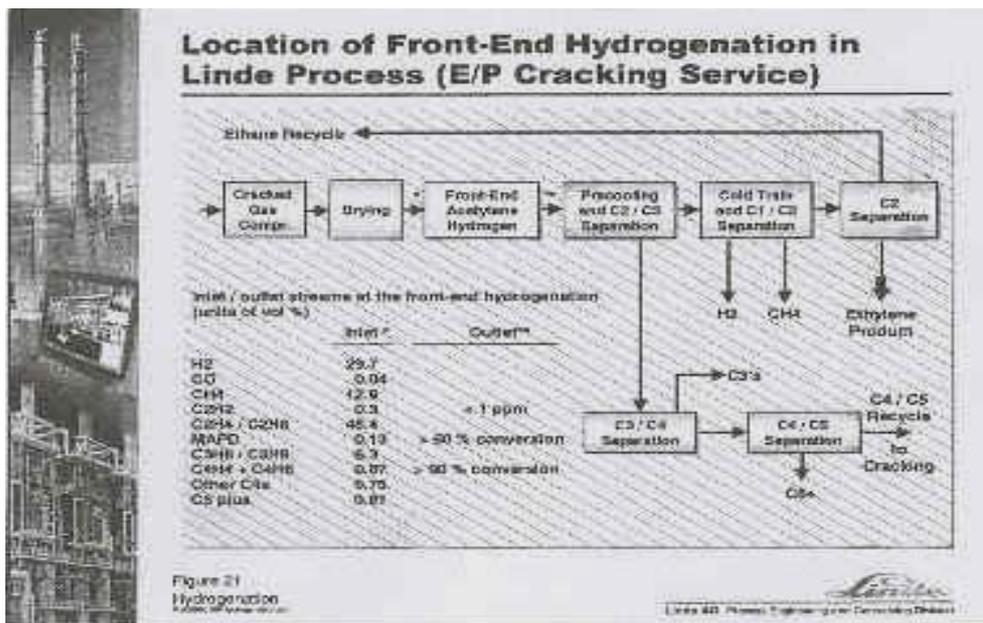


Figure 20
Hydrogenation
© 2000 Linde AG

Linde
Linde AG Process Engineering and Technology Division



中油輕裂皆在尾端加氫，操作不易控制及危險性為同仁所熟悉，而前端加氫有其特性；茲介紹如下：

- * 在現所有的氫氣中反應
- * 由於大量的氫氣，形成綠油很少
- * 不須補充氫氣

- * 不須輕質端移除；即不要額外產品純化吹驅設置
 - * 系統允許應用 heat pumped 於乙炔精餾塔，減少投資成本及操作費用
 - * 觸媒操作期很長(超過 5 年)
 - * 縮短開爐時間
 - * 特別安全
- 缺點未提起！據所了解，De-C2 塔槽直徑變大，反應器較大，裂解壓縮機出口壓力較高。

於 Linde 恆溫前端乙炔加氫製程使用甲醇當冷卻媒，中油恆溫尾端乙炔加氫製程使用正丁烷當冷卻媒。

Linde 與 Sud-Chemie 合作研究未來恆溫反應器，將發展把觸媒直接鍍上平板熱交換器(plate fin heat exchanger)上；使用於前端選擇性加氫系統；有以下的利益

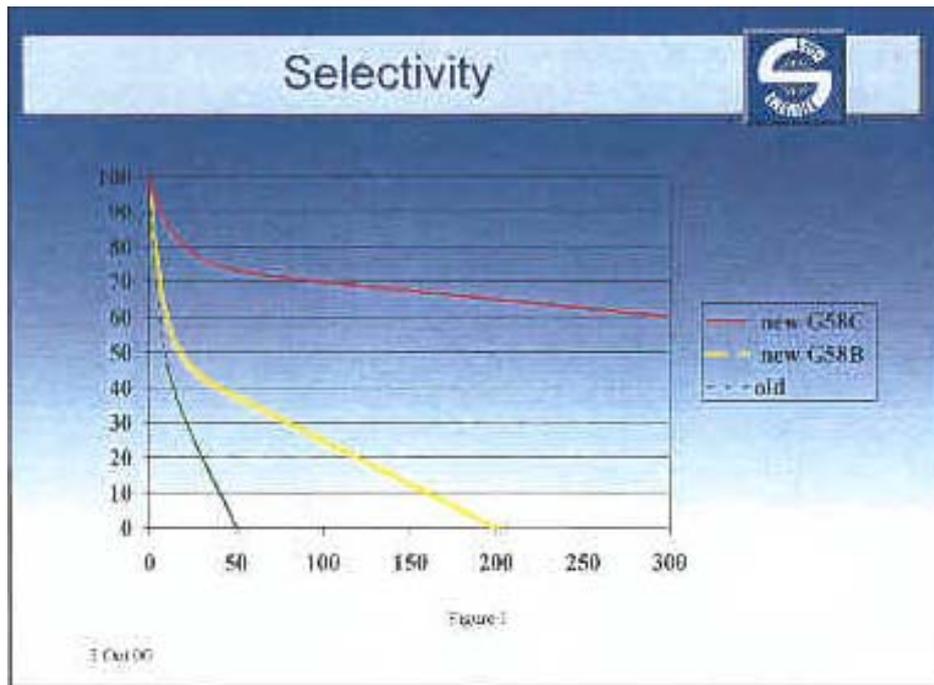
- * 100%恆溫操作
 - * 精美短小的反應器
 - * 減少投資成本
- 但不知如何再生觸媒和更換觸媒??

2-3 反應器改換和觸媒更新的經濟性

增加反應器改換頻率和更換老觸媒能增加乙炔產品。更替的基礎於觸媒選擇性、再生價格和觸媒更新的利益。但是因工廠而異，於此提供一個評估方法。

選擇性：

選擇性是指乙炔反應成乙炔，目前觸媒約有 50%~70%。選擇性和時間曲線如圖示：



選擇性是隨時間而衰退，當觸媒累積碳化物須較高的操作溫度，此時會降低選擇性。老式的觸媒和過度使用的觸媒於活性及選擇性上較快速衰退。

再生價格：

再生一共有六個步驟，其中較不同的是第五步驟-還原，因使用不同氣體而影響直接再生價格。最便宜是使用 tail-gas，或者 fuel gas 加氫氣。次之為加氫氣到降溫冷卻時的蒸氣。最貴是氮氣和氫氣混合。而間接價格如更改時不穩定操作等更高價格；尤其排放 flare。還有觸媒可估 20 次再生，每次 5%折舊於再生價格。

最適操作期：

更換反應器時期，傳統是保持乙烯合格最大操作期；如此僅能使平均選擇性為零。若提早再生，維持反應器產生乙烯，可使平均選擇性為正值。多出產乙烯可抵銷再生費用如圖示

Ethylene Gain vs Regeneration



Old, used catalyst

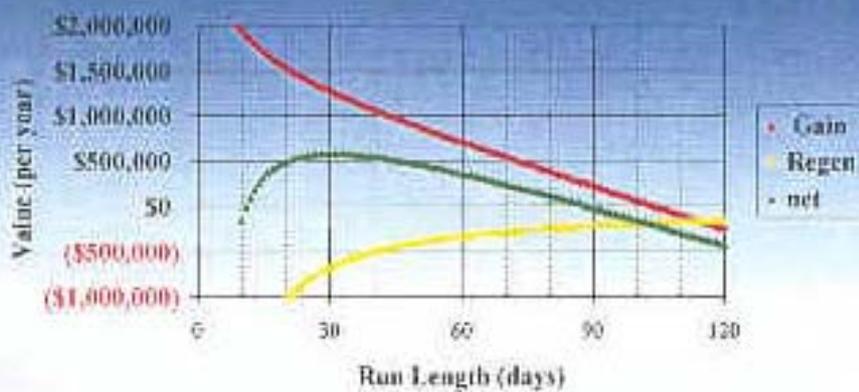


Figure 2

5 Oct 00

Ethylene Gain vs Regeneration



New G58C

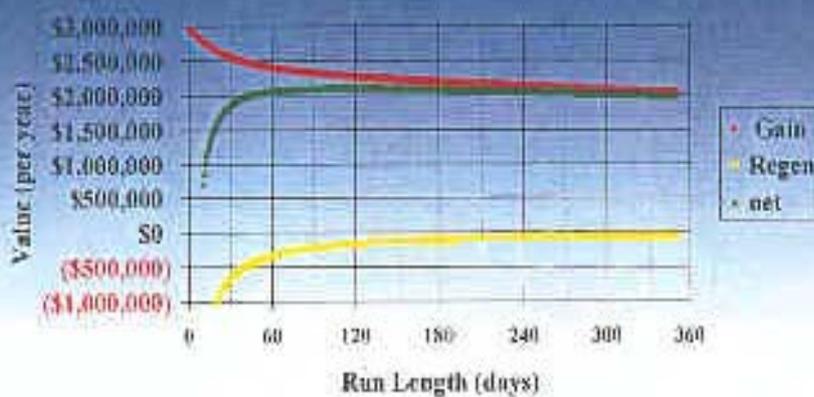
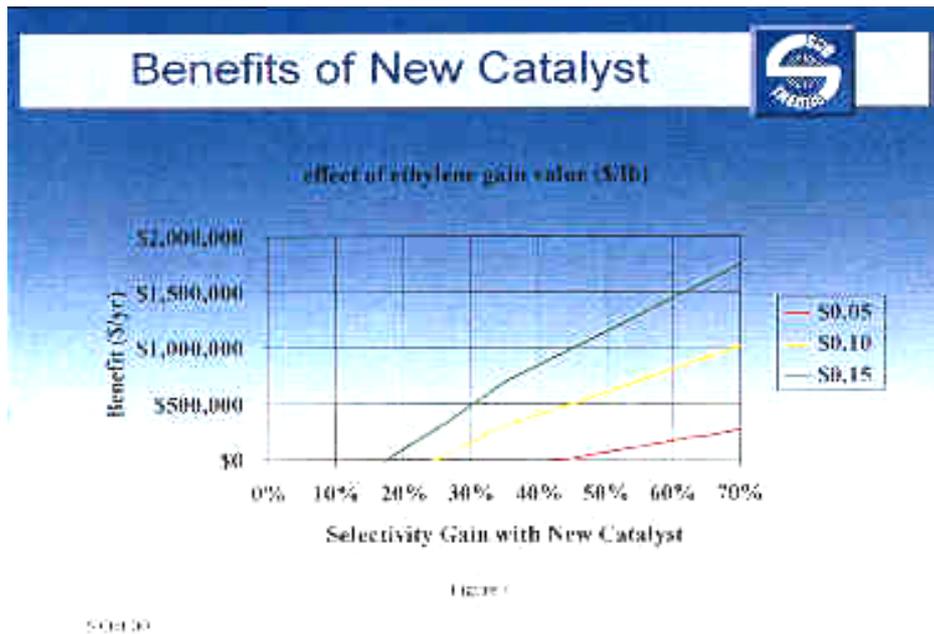


Figure 3

5 Oct 00

觸媒更新：

高選擇性觸媒代替舊式觸媒有利潤，如圖示，



總之有五個因素來決定觸媒操作期和更新觸媒時機：選擇性、乙烯邊際價格、直接再生費用、間接排放 flare 費用和觸媒折舊。以此因素計算，愈多乙烯產品，愈高操作利潤是可得。

本公司以往反應器的操作比較重視產品的合格，對利潤和效率比較疏忽；此應由生產管理師來計算出最大的利潤並決定最適當更換或再生觸媒的時機。

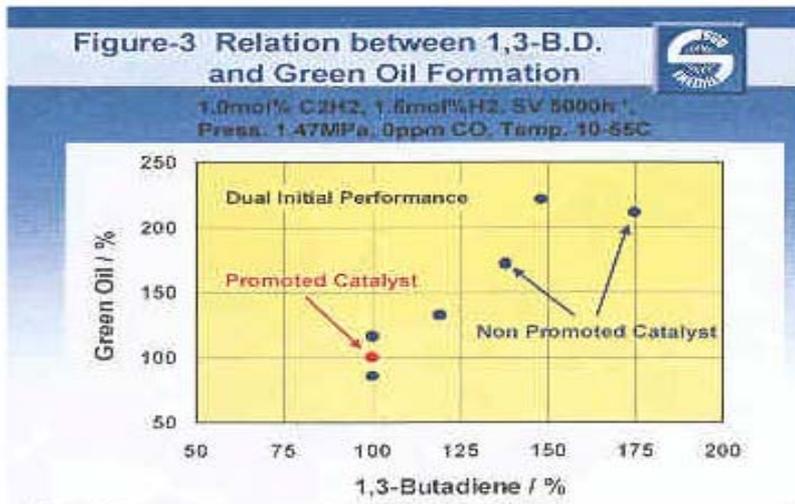
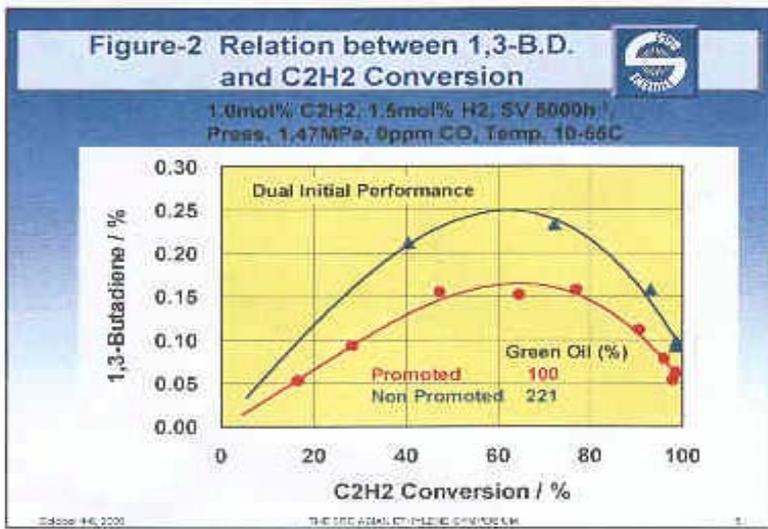
2-4 操作條件影響丁二烯、C4 和聚合物的形成

乙炔加氫反應式：

1. $C_2H_2 + H_2 \longrightarrow C_2H_4$
2. $C_2H_4 + H_2 \longrightarrow C_2H_6$
3. $C_2H_2 + nC_2H_2 + H_2 \longrightarrow C_{(2n+2)}H_{(2n+4)}$
 $n=1$ 反應生成 C_4H_6 (1,3 丁二烯) 綠油
4. $C_4H_6 + nC_2H_2 + H_2 \longrightarrow C_{(2n+4)}H_{(2n+8)}$
 $n=0$ 反應生成 C_4H_8 (丁烯) 綠油
5. $C_4H_6 + nC_2H_2 + 2H_2 \longrightarrow C_{(2n+4)}H_{(2n+8)}$
 $n=0$ 反應生成 C_4H_{10} (丁烷) 綠油

Süd-Chemie 公司稱新改進觸媒比舊型的形成綠油量減少一半以上(2.1 :4.8)

乙炔和 1,3-丁二烯轉變關係圖及 1,3-丁二烯和綠油生成關係圖如下二圖



再由下幾張圖有 H₂/C₂H₂ 對觸媒活性及選擇性的影響，以及由乙烯形成 C₄，再由 C₄ 形成綠油

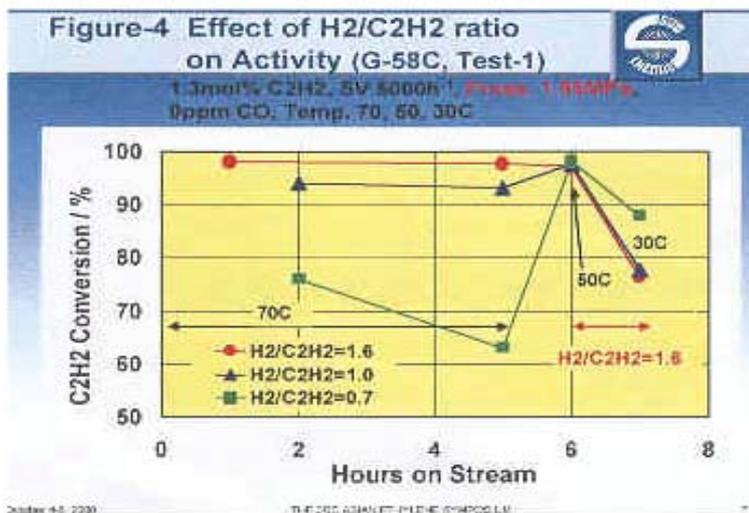
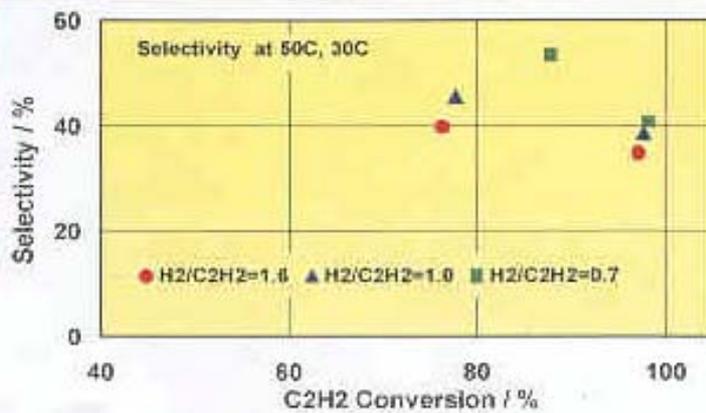


Figure-5 Effect of H₂/C₂H₂ ratio on Selectivity (G58C, Test-1)



1.3mol% C₂H₂, SV 5000h⁻¹, *Press. 1.4MPa*,
0ppm CO, Temp. 50, 30C



October 16, 2009

THE CARBONATE-ETHYLENE SYSTEM

1

Figure-6 C₄ Formation vs. C₂H₂ Conversion (G-58C, Test-2)



1.3mol% C₂H₂, SV 5000h⁻¹, *Press. 1.4MPa*,
0ppm CO, *Temp. 50-30C*

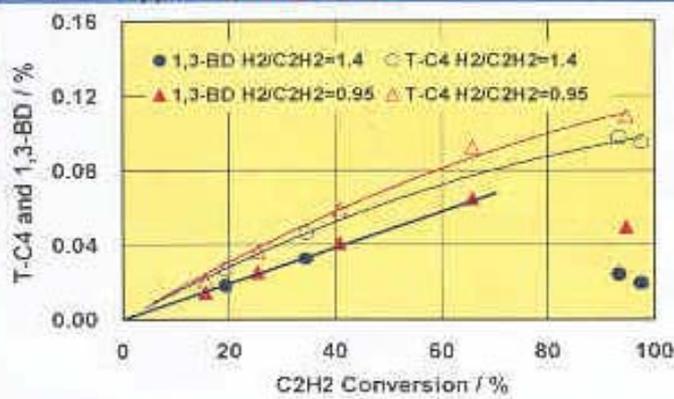
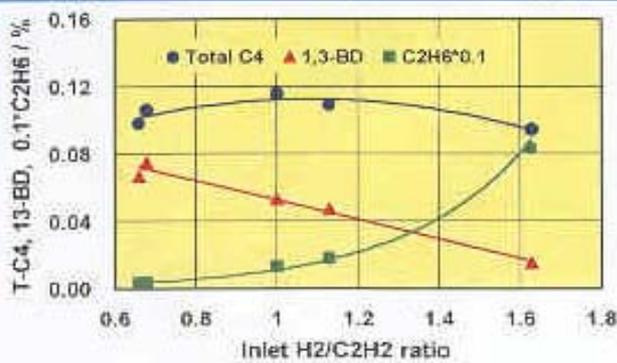


Figure-7 Effect of H₂/C₂H₂ on 1,3-B.D., C₄ and Green Oil (G-58C, Test-1)



H₂/C₂H₂=1.6 Green Oil : 0.2721 gram
 H₂/C₂H₂=1.0 Green Oil : 0.4835 gram
 H₂/C₂H₂=0.7 Green Oil : 0.4229 gram

October 16, 2009

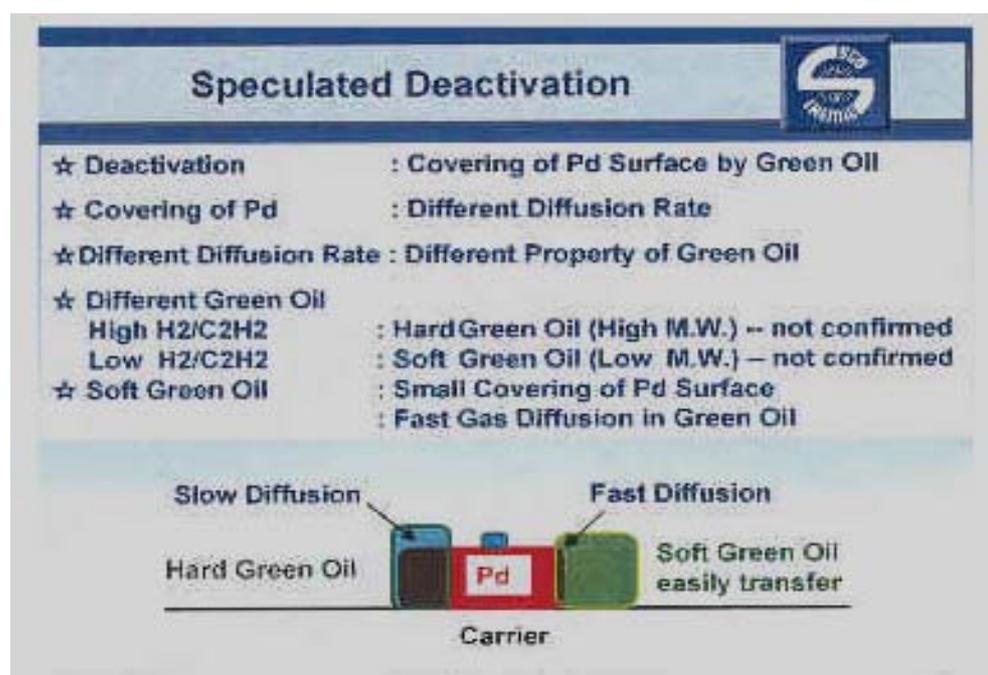
THE CARBONATE-ETHYLENE SYSTEM

10

高 H₂/C₂H₂ 的比值有較少的綠油，較高的活性
但經過一段時間後，高比值的活性會衰退較快

推測原因如下：

活性衰退是觸媒(Pd)表面被綠油覆蓋，由於綠油特性不同，有不同的吹散速度。
高 H₂/C₂H₂ 的比值生成的綠油較硬，分子量大；反之，低 H₂/C₂H₂ 的比值生成的綠油較軟，分子量小。軟綠油覆蓋觸媒面積小且易被流體吹出；反之，硬綠油覆蓋觸媒面積大且不易被流體吹出。參考圖：



以 GPC(Gel Permeation Chromatography)測試綠油以證明分子量。

結論:

綠油與 1,3 丁二烯的形成有相當關係

低 H₂/C₂H₂ 比---較多綠油較慢活性衰退

高 H₂/C₂H₂ 比---較少綠油較快活性衰退

綠油於空氣下，358 ~488 分解。

以上資料提供加氫反應時，操作參考。

2-5 烯烴工業的前景

本題是由 Stone&Webster 公司提出，該公司是二輕、三輕設計者。

預測乙烯工業持續成長，新公司大產量的工廠陸續加入市場，使利潤萎縮；逼使原有公司合併以加強競爭，甚至關廠如日本十年內有八家。而快速成長在亞洲囊括 70%的市場。此時又發生金融危機，使得日本韓國公司合併以圖生存。當一個

新廠加入以配合成長的需求時，會造成整個市場的暫時的不平衡。今日有幾個主要大廠加入（如新加坡、台塑、沙烏地阿拉伯）伴隨著進料成本增加、經濟蕭條致使短期的烯烴商業衰退。但長期預測於 2002 2005 年仍然高成長，每年 4.5% 成長，今日乙烯需求大約每年九千萬公噸(90MMTA)，到 2005 年會增加 20MMTA，1990 年到 2005 年將成長一倍。大部分增加供應來自中東挾著進料和資金的優勢，即將加入 WTO 後關稅減少，所有乙烯業者將面對相同的挑戰；邊際利潤減少，下游廠商出走。新的乙烯工廠將朝向降低製造成本和改變現有產品供應。業者被迫面對工廠規模、進料選擇、製程操作及可靠性和商業資訊取得及應變等。技術專利/工程公司將提供以上領域給製造廠商。

- 技術趨勢—大工廠

大裂解爐（220KTA）--一個爐子相當二、三輕產量
大單串裂解氣壓縮機（88 米長外殼，70,000BHP 透平）
最新多級膨脹壓縮機，磁性 Bearing

使用新穎設計觀念合併設備以減少設備數量，如合併壓縮機中間冷卻器和分離槽；應用 Heat pump 於幾座主要分餾塔塔頂冷凝器不需迴流泵；使用 core-in-shell vessel；DWC(Divided-Wall Columns)雙塔合一，塔內中間一長隔板，可同時分餾出三種分餾物。

最適設備佈置和減少大量管線銜接及長度，減低壓力降和投資
密閉循環水系統

目前 S&W 與 SHOW Group 合作進行設計乙烯工廠為 1500KTA（五輕三倍大）

- 技術趨勢—增加工廠可利用性

超過六年的操作週期的設計

Anti-Fouling 方法—線性驟冷換熱器，前端加氫反應系統，低溫 and 短停留時間操作減少積污等等

改進監視系統引用統計等方法預測積污程度，預估停爐時間；或者僅簡短停爐去做幾項主要維修工作。

目前勞檢法規規定二年大修開放檢查一次；雖業界正與政府研究如何延長至三年才大修一次；實與世界潮流差太多了，生產製造成本如何在世界上競爭。

- 技術趨勢—裂解爐

大產量、低投資成本、延長操作週期是爐子設計趨勢。新的冶金技術使輻射區爐管溫度提高至 1150（五輕 1093）意味可操作在更高的裂解激烈度和延長操作週期。爐管內側更鍍上一層 non-catalytic，減少觸媒性質的焦炭。另外燃燒器改善減低 NO_x 增加效率等。

- 技術趨勢—回收區

最適熱回收系統含驟冷塔循環，冷凍區分餾塔再加熱回收熱
轉動機械提高效率

連接 Heat-pump 系統和分餾塔

最新式的反應觸媒

最少的設備數量

前端去丙烷塔和前端加氫反應器提供投資成本、效率性、選擇性和操作性的好處

- 製造成本改進

經濟規模—大即是好

進料的彈性和選擇性—避免單一來源、預期旺淡季更替

增加副產品製程提高產值

整合上游(指煉油廠)下游(聚合工廠等)

電子網路的應用的利益---電子網路採購與銷售，ERP 系統，縮短設計及建造時程(加爐子 12 個月、擴充產量 16 個月)

2-6 烯烴工廠產量擴充和產品彈性革新技術

本題由 ABB Lummus Global 公司提出。該公司是一輕、四輕設計者

由於市場需求變化及競爭，烯烴製造工廠得大幅調整製造彈性和擴大產能，以降低成本，符合市場需求；在狹縫市場萎縮利潤中圖生存。

ABB Lummus 利用其 MCET(Maximum Capacity Expansion Technology)，已將約 25 座現有工廠擴充產量 35% 到 100% ，使進料和產品更有彈性，降低能源消耗且保持原有的單串(single train)結構。與其他主要乙烯工廠設計公司如 S&W KBR 等觀念雷同甚多；可見大型化、上下游整合、進料產品多元化、引進新穎設計設備等是世界趨勢。以下介紹 ABB 較不同的方法。供擴充或新建案參考。

- 製程革新

驟冷油黏度控制—降低驟冷油泵馬力、減少驟冷油的補充

第二 TLE 應用—降低 CW、驟冷塔負荷，增加蒸氣產量

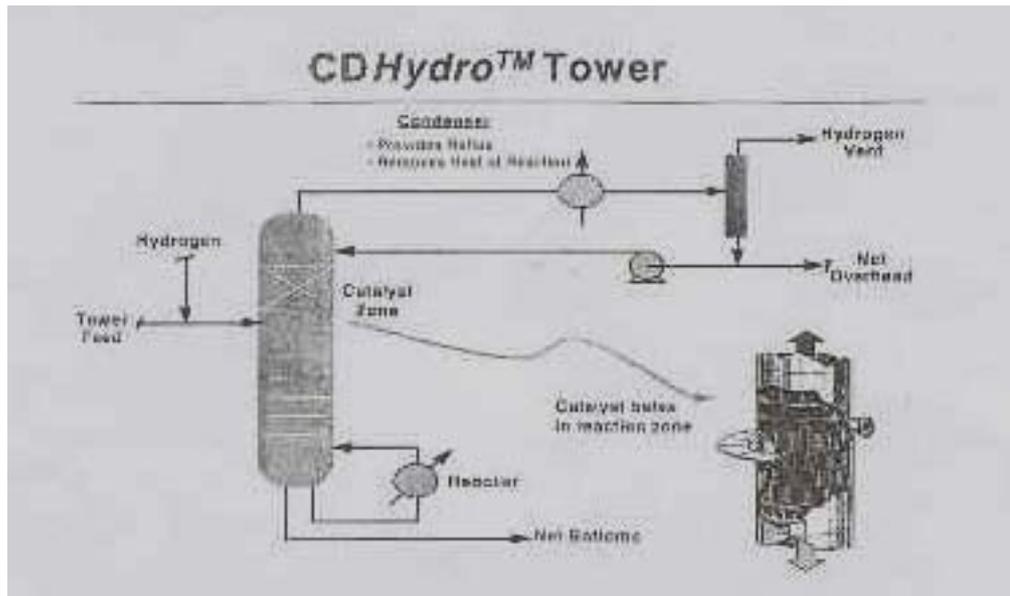
預去甲烷塔—類似五輕 V-1300 設計功能，但位置在 Chilling train 中間，頂部氣體回到 Chilling Train

去甲烷塔頂膨脹機

去乙烷塔和乙烯精餾塔多層進料

去丙烷塔浮動壓力控制

加氫反應器與分餾塔結合---CDHydro(Catalytic Distillation/Hydrogenation)技術，將反應器置放在分餾塔頂部內，相較標準固定媒床減少 11 項設備，反應二聚合物藉分餾迴流沖洗掉，延長觸媒週期。可結合的包括 MAPD 反應器與去丙烷塔、C4 加氫與去丁烷塔、C4/C5 加氫與去戊烷塔等；；其他設計公司又稱之催化蒸餾或者反應蒸餾。如圖



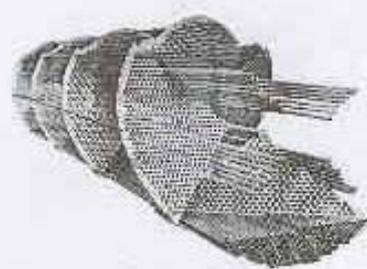
混合式冷凍系統—修改整合冷凍系統與 Chilling Train 和去甲烷塔流程之間換熱等，使更具有效率，減少能的消耗

低壓回收區—Lummus 專利新流程，相對於目前的 35~38 bar；裂解壓縮機出口僅僅須 15 bar，只需三級壓縮和兩個機殼。光設備減少和壓力減低，投資成本可節省\$25Million(for 800kta)，將來操作費用節省更可預期的。

其他設備革新---裂解爐新的 SRT VI,低壓降(1psi)低停留時間的 TLE,改善對流區等,使用 random or structured packing 和 UOP Multiple Downcomer(MD)減少壓力降,改善塔槽效率；壓縮機 re-rotoring，使用新型換熱器 Helixchanger 等;請參考下圖：

HELIXCHANGER

- > For Cost Saving on Life Cycle Basis.
- > Less shell-side fouling.
- > Higher shell-side heat transfer.
- > Lower shell-side pressure drop.
- > Reduction of vibration hazards.
- > Better two-phase flow distribution.



- > For Process services which are shell side controlled on heat transfer and/or pressure drop.
- > Used in applications with high shell side Fouling.
 - ✓ Where there is a potential tube Vibration.
 - ✓ Where there is a high thermal leakage
- > For increasing plant Reliability.
- > For increasing plant Availability

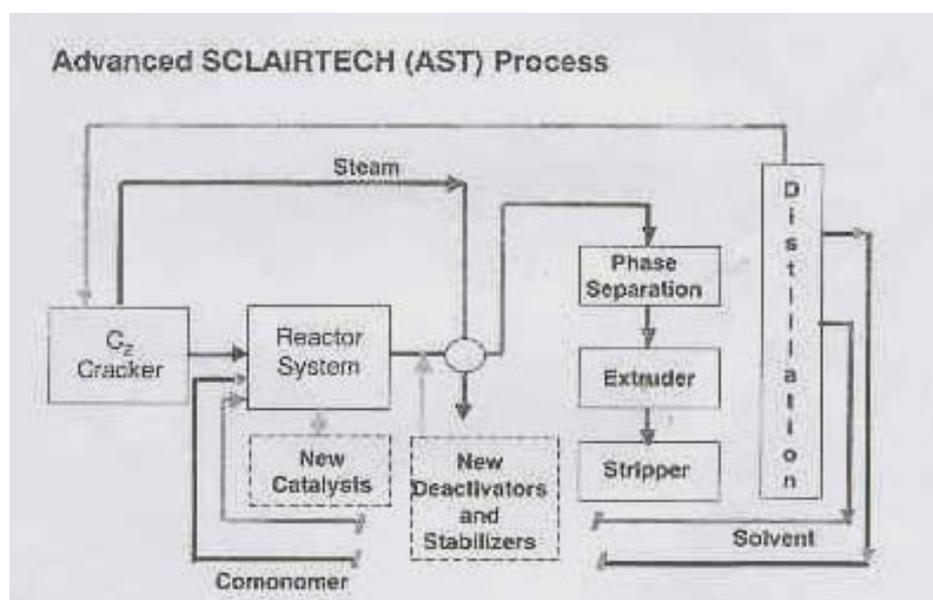
● 轉換技術

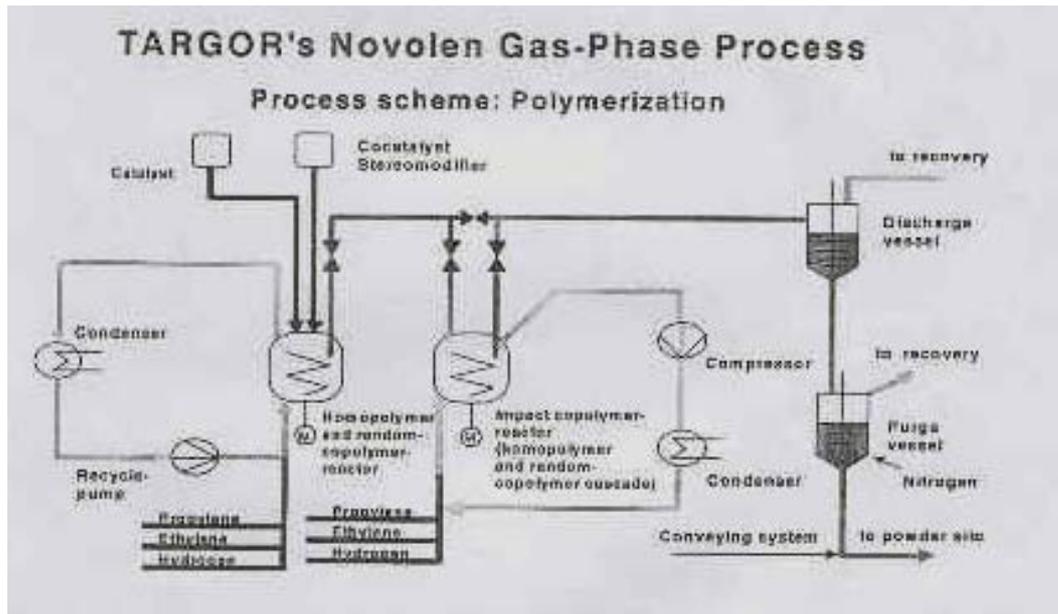
C4/C5 全加氫—利用裂解分餾後多餘的 C4/C5 進行全加氫處理，再回裂解爐裂解；可減少 15%的進料消耗，進而增加工廠邊際利潤

OCT—Olefins Conversion Technology，將乙烯和 2-丁烯經觸媒反應成丙烯，最高 P/E 比可達 1.1；也可用其他方法將過剩的丙烯轉換成乙烯和丁烯。這對瞬息變化的市場不愧是彈性的製程

上游的整合—從 FCC Off-gas 回收輕質烯烴；從加氫裂解製程產品真空製氣油代替 Naphtha 進料

下游的整合—將聚乙烯 (Advanced SCLAIRTECH(AST) Process) 和聚丙烯 (TARGOR's Novolen Gas-phase Process)的製造工場納入乙烯工廠內。將整合設備互相間的關係，設置更單純簡潔，降低投資成本和操作費用。公司有意蓋新廠並往中下游發展，可考慮把 PE、PP 同時併合在乙烯工廠內將是不錯的構想。請參考 PE、PP 共聚物與輕裂整合流程檢圖：





2-7 積污減緩

本主題由 Nalco/EXXON 提出

減緩積污的目的是增加現有設備利用率和可靠度，可提高裂解激烈度增加乙烯的利潤，延長操作期間。本文針對裂解爐 Anti-coking、壓縮機積污減緩、鹼洗塔積污減緩討論。

裂解爐 Anti-coking：裂解爐輻射區爐管結焦是操作週期縮短原因。中油一直在尋找解決辦法。Nalco/EXXON 宣稱可壓抑 CO/CO₂ 之形成，降低爐管表皮溫度及壓降且無不利於下游段、增加 8%進料和延長操作週期 25%。但有其他工廠誇稱延長至一倍。另一個利基是投資少，可獲得增加煉產量提升，不會有資產貶值顧慮（指不需增建爐子，當乙烯跌價減產時不會浪費投資）。

壓縮機積污減緩：積污垢來自自由基聚合和二烯烴結合，另外是 NaOH carry-over 及沖洗油不純引起。Nalco/EXXON 宣稱其抗污劑有抗聚和抗氧化、金屬鈍化、分散及抗腐蝕功能。五輕曾多家廠商提供類似藥效果皆不錯。

鹼洗塔積污減緩：Nalco/EXXON 宣稱其抗污劑有消除泡沫、聚合物及乳化、增加鹼洗分離效果、減少 CO₂ 產生。鹼洗塔可增加四倍操作週期。目前五輕未加任何抗污劑於此塔槽，且未發生重大問題，但將來延長操作週期至三年可評估添加的必要性。

2-8 選擇性加氫觸媒還原和再生通則

還原方法：

壓力：大氣壓

溫度：110~200

H₂ content : min.5% H₂ in inert Gas(N₂,CH₄ etc.)

GHSV : min.200 h⁻¹

Time : 4~6 hrs

再生方法 :

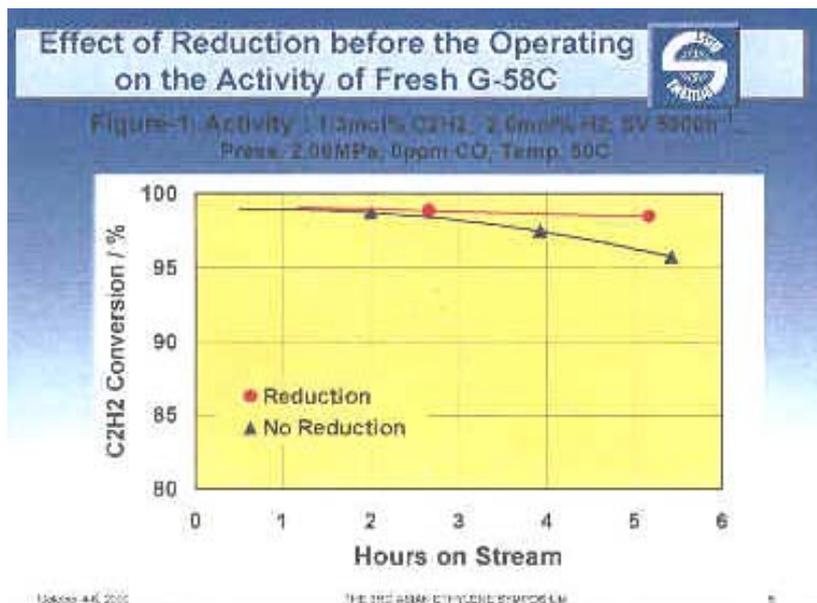
壓力 : 大氣壓~0.2Mpa

溫度 : min.380 by Steam(max.500)

Air content : 2 vol% step up to 12 vol.%

GHSV : min.200 h⁻¹

下圖表示觸媒有沒有還原的差異



Effect of Reduction before the Operating on the Performance of Fresh G-83C

Table-1 Performance : SV 7000h-1, Press:3.72MPa
Feed (1700ppm C₂H₂, 340ppm CO, 5338ppm C₂H₆,
20mol% H₂, Balance CH₄)

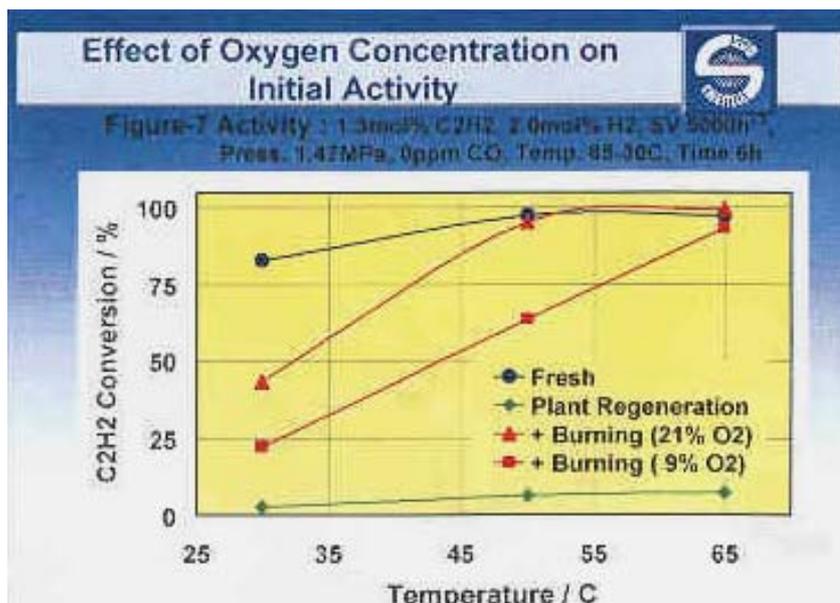
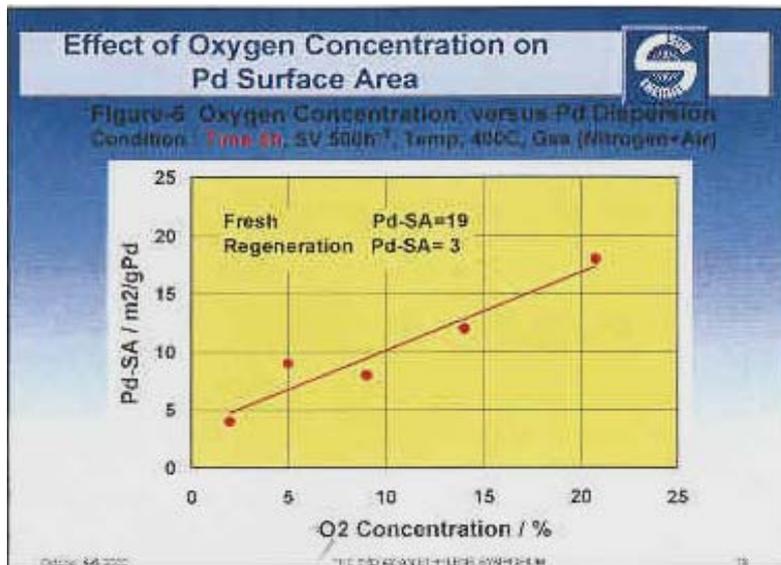
Reduction	None	Reduction
Activity		
Clean-up temperature (C) (< 25 ppm C ₂ H ₂)	45.0	43.3
Selectivity / % (at Clean-up temperature)	-171.0	-72.5
Run-away temperature (C)	48.9	50.0
Delta T (C) (Run-away - Clean-up)	3.9	6.7

結論 :

氫氣還原優先於操作，幫助觸媒好的反應效率

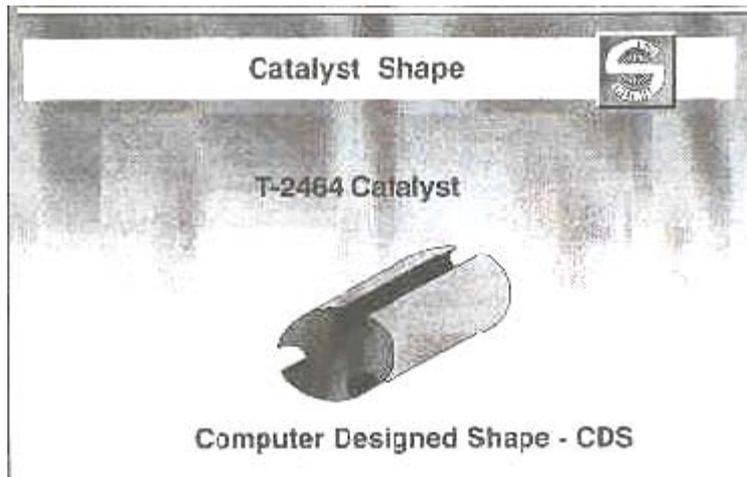
再生條件效果：高濃度氧燃燒，長時間和高空間速度

好的再生過觸媒，活性接近新觸媒，選擇性高於新觸媒
參考下二圖示：



2-9 C4/C5 全加氫介紹

主要介紹 Süd-Chemie 新的全加氫觸媒 T-2464 和舊觸媒 G-97D 的差異。
T-2464 形狀宣稱是電腦設計(Computer Designed Shape-CDS)如圖示：



其具有高幾何表面積和低壓力降，高活性 對毒性物質有高抗性，同時反應穩定。對 mixed C4 和 Raffinate 轉化率由初期 95%到末期 85% ，對不純物如 CO、甲醇、硫醇、水均有較高的抗性。

接著由一家使用顧客 CAPC 公司 介紹兩種觸媒使用經過和比較。其結論整理如下：

使用 T-2464 後操作週期由 1.5 個月延長至 5 個月。Diene 99.9%(SOR) , 99%(EOR) ; Olefin 99 %(SOR) , 80%(EOR)比 G-97D 好數倍。不會污穢進料預熱交換器和排放 Flare 是其效果之一。

熱斑僅發生在反應器頂部(250)

本人無全加氫操作經驗，無以置喙，但目前產銷無法平衡，常 LPG、丙烯滯銷而需回到裂解爐重熱裂，因其含高濃度的 Olefin，致使爐管易結焦，嚴重縮短操作週期，建議本公司可評估引進此全加氫觸媒。

2-10 從煉油廠中的 Off-gas 回收輕質的烯烴

預測乙烯和丙烯持續需求增長至 2004 年，依目前生產結構而乙烯將過剩 2% ，而丙烯則不足。約 3.5 百萬噸丙烯(48.2%)來自非裂解技術。此進料來自 FCC/DCC 和 VENT GAS 等回收輕質的烯烴，而這些進料含有對加氫觸媒污染毒性物質，所以必須在加氫之前，將毒性物質移去。是故加氫觸媒必須有足夠的韌性能捕捉毒物包括 AsH_3 , PH_3 , SbH_3 , Hg , Cl , V , Fe 。這些金屬會永久性限制觸媒的活性，甚至於再生也無法恢復活性。故觸媒會快速與這些金屬反應，很高的濃度保留在媒床

頂部上面 10%，免於下面觸媒中毒。這觸媒是硫鎳觸媒，Süd-Chemie 提供 C36 型的觸媒以吸附這些毒物，同時可和不純物 O_2 、 NO_x 和 C_2H_2 、 C_3H_4 起加氫反應移除掉，增產乙烯約 0.5mole%，且選擇性與日俱增，新製程並整合現有烯烴工場，混合裂解氣體經冷凍分離出回收烯烴，以增加產量並增加利潤。五輕有類似整合製程—rich gas treatment，處理 FCC 來的 rich gas，並先移除 As，但無此同時進行之加氫的觸媒反應器。有待研究開發引進。

三、心得與建議

參加乙烯年會後，覺得各國乙烯公司技術設備上求新求變突飛猛進中，包括韓國、大陸、東南亞，尤其大陸更是雄心萬丈；由於市場的競爭，逼得連大公司多要合併或者策略聯盟，以求在狹縫市場中爭取逐漸衰退的微薄利潤。觸媒的製造技術隨著市場需求，提高選擇性，降低壓降，使用越少的貴金屬，價格越具有競爭性，前端加氫移除乙炔觸媒約佔有 30%，優點似乎大於缺點，新建廠亦是可考慮的選擇。C4/C5 全面加氫再回到裂解爐重裂解可減少進料量，對本公司而言也可解決汽油和 LPG 品質問題。目前乙烯工場朝著超大型興建，舊工場也熱衷擴大產能，包括本公司；除了市場需求外，成本降低也是因素之一。以前認為不可能的提高產量，因製程的改善，設備設計的突破，工廠越大設備反而精簡短小，不但年產量可達 150 萬噸的乙烯，舊廠 100%的擴充也有可能。

現代化的乙烯工廠，除整合自己上游工場外，還須靈活調配不同的進料和彈性調整產品的種類和產量；也要與下游聯合或互相持有股份，以穩定產銷去路，甚至往下游發展，大部分乙烯廠附屬有自己的下游工廠，何況下游廠區也可設計併入乙烯工場內，共用公用系統，減少投資成本降低操作費用。本公司有意新建乙烯廠，實可研究考慮。